

DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets⁴ :

C04B 35/52, F16D 69/02

A1

(11) Numéro de publication internationale: WO 88/ 10245

(43) Date de publication internationale:

29 décembre 1988 (29.12.88)

(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR88/00317

(22) Date de dépôt international: 16 juin 1988 (16.06.88)

(31) Numéro de la demande prioritaire: 87/08518

(32) Date de priorité: 18 juin 1987 (18.06.87)

(33) Pays de priorité: FR

(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US):
AEROSPATIALE SOCIÉTÉ NATIONALE INDUSTRIELLE [FR/FR]; 37, boulevard de Montmorency,
F-75781 Paris Cédex 16 (FR).

(72) Inventeurs: et

(75) Inventeurs/Déposants (US seulement): CHAREIRE,
Jean-Louis [FR/FR]; 66, rue Aristide-Briand, F-92300
Levallois (FR). SALEM, Jean [FR/FR]; 5, rue
Auguste-Godard, F-95150 Taverny (FR).(74) Mandataire: SOCIÉTÉ DE PROTECTION DES IN-
VENTIONS; 25, rue de Ponthieu, F-75008 Paris
(FR).(81) Etats désignés: AT (brevet européen), BE (brevet euro-
péen), CH (brevet européen), DE (brevet européen),
FR (brevet européen), GB (brevet européen), IT (bre-
vet européen), JP, LU (brevet européen), NL (brevet
européen), SE (brevet européen), US.

Publiée

Avec rapport de recherche internationale.

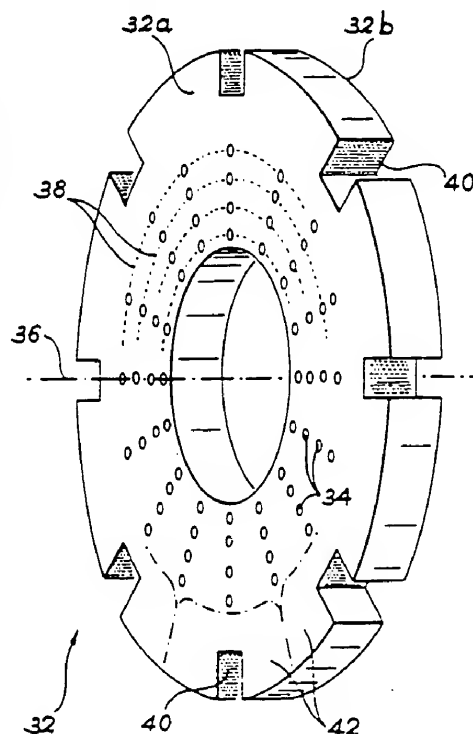
(54) Title: PROCESS FOR MANUFACTURING A CARBON-CARBON COMPONENT, IN PARTICULAR A
BRAKE DISK, AND PART THUS OBTAINED(54) Titre: PROCÉDE DE FABRICATION D'UNE PIÈCE NOTAMMENT D'UN DISQUE DE FREIN EN CAR-
BONE-CARBONE ET PIÈCE OBTENUE

(57) Abstract

In a process for manufacturing a carbon-carbon component, in particular a brake disk, a porous substrate in the shape of a brake disk (32) is formed exclusively from carbon fibres. Holes (34), whose axes are parallel to the axis of rotation (36) of the disk, are made in the substrate and are arranged on concentric circles (38) centred on said axis of rotation. Areas (42) free of holes are provided around keyways (40) in the disk. The substrate is then compregnated by CVD. The holes in the substrate reduce the path of the gas in the substrate.

(57) Abrégé

Ce procédé consiste à former un substrat poreux ayant la forme d'un disque de frein (32) et constitué exclusivement de fibres de carbone; à former dans ce substrat des trous (34) dont les axes sont parallèles à l'axe de révolution (36) du disque, ces trous étant disposés sur des cercles concentriques (38) centrés sur ledit axe de révolution, des zones (42) dépourvues de trous étant prévues autour des rainures de clavettes (40) du disque, puis à densifier le substrat par CVD, les trous pratiqués dans le substrat servant à diminuer les parcours du gaz dans le substrat.



UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Autriche	FR	France	ML	Mali
AU	Australie	GA	Gabon	MR	Mauritanie
BB	Barbade	GB	Royaume-Uni	MW	Malawi
BE	Belgique	HU	Hongrie	NL	Pays-Bas
BG	Bulgarie	IT	Italie	NO	Norvège
BJ	Bénin	JP	Japon	RO	Roumanie
BR	Brésil	KP	République populaire démocratique de Corée	SD	Soudan
CF	République Centrafricaine	KR	République de Corée	SE	Suède
CG	Congo	LI	Liechtenstein	SN	Sénégal
CH	Suisse	LK	Sri Lanka	SU	Union soviétique
CM	Cameroun	LU	Luxembourg	TD	Tchad
DE	Allemagne, République fédérale d'	MC	Monaco	TG	Togo
DK	Danemark	MG	Madagascar	US	Etats-Unis d'Amérique
FI	Finlande				

PROCEDE DE FABRICATION D'UNE PIECE NOTAMMENT D'UN DISQUE DE
FREIN EN CARBONE-CARBONE ET PIECE OBTENUE

DESCRIPTION

5 La présente invention a pour objet un procédé de fabrication d'une pièce en matériau composite du type carbone-carbone ainsi que les pièces obtenues par ce procédé. En particulier, ces pièces sont des disques de frein destinés à être utilisés sur des véhicules terrestres, sur des avions, ou sur des
10 véhicules spatiaux (navette ou aéronef).

De façon plus générale, l'invention s'applique à tout type de pièces dans lesquelles le carbone-carbone joue un rôle structural.

15 Un matériau composite du type carbone-carbone est un matériau formé d'un substrat de fibres de renforcement en carbone, noyées dans une matrice en carbone ou en graphite.

Ces matériaux composites sont obtenus par densification d'un substrat poreux consistant, soit à imprégner la structure à densifier avec un hydrocarbure liquide ou une résine puis à
20 pyrolyser l'hydrocarbure ou la résine de façon à obtenir une matrice de coke, soit à placer le substrat à densifier porté à une température suffisante dans un courant de gaz carboné afin de décomposer thermiquement ce gaz en carbone ou en graphite pyrolytique pouvant alors se déposer à l'intérieur du substrat.

25 Malheureusement, ces procédés de densification sont relativement longs donc coûteux. Pour la technique en phase vapeur (DCPV), ceci est lié à la difficulté de faire pénétrer le gaz à pyrolyser à l'intérieur du substrat poreux, cette difficulté augmentant avec l'épaisseur de la pièce. En outre,
30 plus la porosité du substrat est faible, plus la pénétration du gaz carboné est difficile à réaliser. Cette difficulté de pénétration du gaz à pyrolyser conduit à des pièces de densité peu uniforme.

Pour la technique par imprégnation liquide, la longueur

du procédé est dûe à la nécessité de recommencer plusieurs fois le cycle imprégnation.

La réalisation du substrat poreux à densifier est réalisée par tissage uni ou multidirectionnel, les trous éventuellement formés lors du tissage ou de l'aiguilletage servant uniquement au passage des fibres de renforcement en carbone du matériau composite.

Par ailleurs, on connaît des disques de frein réalisés en un matériau homogène, généralement en métal, possédant une multitude de trous orientés selon l'axe de révolution du disque en vue de favoriser le freinage sous le ruissellement d'eau et le refroidissement en général. Ces trous sont obtenus par perçage du disque, après élaboration de celui-ci.

Le document FR-A-2 143 329 enseigne en particulier le perçage de trous dans une ébauche de frein, après densification par immersion dans une résine liquide, en vue d'évacuer les gaz formés au cours de la carbonisation de la résine. Ces trous jouent alors uniquement le rôle d'évents, connus de très longue date, dans les techniques de fonderie classiques.

Le document GB-A-2 028 230 enseigne par ailleurs le perçage de trous dans des couches de fibres déjà densifiées, en vue d'y introduire d'autres fibres.

La présente invention a justement pour objet un procédé de fabrication d'une pièce en matériau composite présentant une étape de densification plus facile à réaliser que celle des procédés de l'art antérieur.

Elle se rapporte à l'élaboration de trous dans le substrat fibreux d'une pièce en composite, avant toute densification. D'une part ces trous ne sont pas obtenus par perçage après élaboration du matériau définitif et, d'autre part ils ne sont pas destinés à servir au passage de fibres les obturant.

De façon plus précise, l'invention a pour objet un procédé de fabrication d'une pièce en matériau composite formé de fibres de renforcement en carbone, noyées dans une matrice en

carbone, caractérisé en ce qu'il consiste à :

(a) former un substrat poreux constitué exclusivement de fibres carbonées,

(b) former dans le substrat poreux des trous débouchants dont les axes sont perpendiculaires à la paroi du substrat ayant la plus grande surface,

(c) densifier le substrat poreux par décomposition thermique d'un courant de gaz d'hydrocarbure afin de former la matrice de carbone par dépôt de carbone ou graphite pyrolytique dans les pores du substrat, les trous pratiqués dans le substrat et qui persistent servant à diminuer les parcours du gaz dans le substrat.

Par fibre de renforcement, il faut comprendre tout fil court ou long, tressé ou non, généralement utilisé dans le domaine des matériaux composites.

Par substrat fibreux, il faut bien entendu comprendre un ensemble de fibres nues, non imprégnées de résine et non densifiées, en carbone ou sous forme de précurseur du carbone.

L'essentiel des trous selon l'invention est de réduire la longueur des trajets que le gaz à pyrolyser doit parcourir dans les porosités fines du substrat, au cours de la densification. En effet, il est fondamental qu'une partie au moins de ce gaz actif parvienne dans les zones les moins accessibles du substrat sans s'être décomposée sur les parois chaudes rencontrées. Le craquage tend en effet à se produire dès le premier contact des molécules avec une paroi chaude. Au contraire, si le but est seulement d'évacuer des gaz passifs formés lors de la pyrolyse d'une résine comme dans le document FR-A-2 144 329, la longueur des trajets est sans importance ; seule compte alors la présence d'une fuite de gaz puisque ce dernier ne réagit pas avec les parois de la pièce.

Les trous selon l'invention assurent ainsi un accès identique à toutes les couches du substrat poreux conduisant à l'obtention d'une densité uniforme de la pièce en matériau composite et à une réduction considérable de la durée de

densification en phase gazeuse. Par ailleurs, la durée de la densification devient quasi-indépendante de l'épaisseur de la pièce. En effet, la pénétration du gaz dans tout le substrat poreux s'effectue non seulement par les surfaces externes du substrat mais surtout par les parois des trous.

Enfin, ces trous constituent un point d'arrêt de propagation des fissures dans la pièce obtenue, augmentant ainsi sa résistance aux chocs.

Le gaz d'hydrocarbure est formé d'un hydrocarbure gazeux ou d'un mélange d'hydrocarbures gazeux. Ces hydrocarbures sont des hydrocarbures saturés ou non, substitués ou non, ayant notamment de 1 à 4 atomes de carbone tels que le méthane, l'éthane, le propane et le butane.

Le procédé de l'invention s'applique à tous les types de substrats poreux envisageables (tissus, feutres, etc.) pour autant que ceux-ci n'atteignent pas une valeur trop proche de la densité théoriquement maximale en fibres de carbone du substrat poreux non muni des trous.

Le procédé de l'invention peut donc s'appliquer sur des mats aléatoires aiguilletés ou non, sur des mèches de filaments multiples aléatoirement disposées, sur des nappes unidirectionnelles ou sur des tissus empilés, etc.

Pour ces types de substrat poreux, les trous sont formés par déplacement ou écartement des fibres du substrat, sans découpage de celles-ci, en enfonçant par exemple, de façon individuelle ou collective des aiguilles parfaitement lisses et effilées, susceptibles de n'exercer que de très faibles dommages sur les fibres qu'elles rencontrent, lors de leurs traversées du substrat.

Dans le cas de substrats poreux très denses (tissage tridimensionnel notamment) le procédé selon l'invention peut aussi s'appliquer à condition de prévoir des trous vides, c'est-à-dire ne servant pas à l'introduction des fibres, lors du tissage du substrat poreux.

Une des particularités essentielles du procédé de

l'invention est que les divers substrats poreux, perforés, conservent la mémoire des trous effectués, après la réalisation de la matrice de carbone ou au moins après les premières phases de réalisation de cette matrice.

5 Suivant le procédé de perçage utilisé, les trous créés ne se présentent pas toujours de manière identique. En effet, certains substrats comportant des fibres courtes ont tendance à reboucher partiellement les trous formés en donnant un aspect pelucheux aux parois de ces trous. La lumière ne peut donc plus
10 traverser la pièce en composite par les trous mais ceux-ci apparaissent très nettement, dans leur forme originale, sur une radiographie aux rayons X. Le rôle de tels trous pelucheux est aussi efficace pour le passage des gaz carbonés, et donc pour l'accélération de la densification, que celui de trous à parois
15 lisses.

Les trous pratiqués dans des substrats à fibres longues et groupées, telles que mèches et tissus, n'ont pas toujours de parois pelucheuses, mais peuvent également être étanches à la lumière tout en conservant leur forme initiale en radiographie X.

20 Afin d'obtenir des trous à bords plus nets, présentant en particulier des parois lisses et régulières, il est possible de disposer dans chacun des trous pratiqués dans le substrat, des tiges de matériaux non carburables aux températures concernées et en particulier en cuivre ou molybdène. Ces tiges peuvent être
25 introduites soit pendant les traitements thermiques éventuels du substrat, non encore densifié, servant à améliorer les caractéristiques du substrat ou si celui-ci est initialement sous forme de précurseur du carbone, soit au début de la densification du substrat par CVD. La densification du substrat par CVD se
30 poursuit bien entendu en l'absence de ces tiges.

Suivant la nature de la porosité du substrat, il est possible de faire subir une pré-imprégnation au substrat dans un bain liquide carboné, par exemple dans un hydrocarbure liquide, et faire suivre cette pré-imprégnation d'un égouttage ayant pour
35 but de laisser évacuer le liquide présent dans les trous. Une

carbonisation de l'ensemble permet alors la formation d'une matrice de coke poreux. Le matériau obtenu peut alors subir la densification par voie gazeuse, sans avoir perdu les facilités d'accès du gaz à l'intérieur du matériau poreux, ce qui n'est pas le cas avec les procédés de l'art antérieur.

A l'achèvement de la densification interne du matériau par voie gazeuse, une modification volontaire des conditions physiques du craquage du gaz carboné peut conduire à réaliser une croûte de carbone ou graphite pyrolytique sur les surfaces externes de la pièce en matériau composite ainsi que sur les parois des trous afin de les obturer partiellement ou totalement. Dans ce cas, le diamètre des trous peut avoir été initialement prévu suffisamment petit en vue de cette obturation automatique en fin de densification.

Ces modifications volontaires consistent en particulier en l'augmentation de la température ou de la pression du gaz.

En mécanique, un trou est d'une manière générale un procédé d'arrêt de propagation des fissures dans le matériau. Dans le cadre de l'invention, ces trous sont particulièrement efficaces car leurs parois sont des zones à densité de matrice maximale, ce qui rend ces parois particulièrement résistantes. En outre, les fibres ne sont pas coupées et entourent simplement les trous.

Pour certaines pièces en matériau composite, il peut être nécessaire d'obturer complètement les trous formés dans le substrat poreux.

Dans ce cas, l'obturation finale des trous, c'est-à-dire après densification en phase vapeur, peut consister à immerger le matériau densifié dans un bain liquide carboné constitué par exemple de résine pyrolysable, ou encore d'hydrocarbure liquide chargé ou non, puis à carboniser l'ensemble pour obtenir un coke qui peut servir éventuellement de support à une dernière densification par décomposition thermique de gaz d'hydrocarbure.

Il est aussi possible d'obturer les trous par un

matériau plus courant et moins coûteux que le carbone, éventuellement apte au frottement tel que certains métaux ou des mélanges céramique-métal par exemple. Comme matériau on peut citer le cuivre et tous les produits commercialement utilisés dans les patins de freins.

On peut aussi utiliser des matériaux ayant un pouvoir anti-oxydant pour le carbone tels que les phosphates tricalciques comme matériau d'obturation des trous.

Bien entendu, cette obturation des trous par un matériau non carboné doit être réalisée après la densification du matériau composite en phase gazeuse.

L'invention a aussi pour objet des pièces en matériau composite formées de fibres carbonées de renforcement noyées dans une matrice carbonée, obtenues par le procédé selon l'invention, ces pièces comportant des trous dont les axes sont perpendiculaires à la paroi de la pièce ayant la plus grande surface.

Suivant le procédé utilisé, les trous peuvent présenter des parois lisses ou régulières ou bien des parois pelucheuses. En outre, ces trous peuvent être bouchés avec l'un des matériaux non carbonés décrits précédemment. Dans ce cas, l'existence initiale des trous peut être mise en évidence par radiographie aux rayons X et surtout par micrographie optique.

En particulier, ces pièces en matériau composite sont des disques de frein. Dans ce cas, les trous sont orientés parallèlement à l'axe de révolution du disque de frein. Lorsque ces trous ne sont pas complètement bouchés lors de la densification, ils permettent d'augmenter l'efficacité du freinage sur piste mouillée en améliorant le temps de réponse des freins grâce à la pénétration de l'eau dans les trous.

L'efficacité de ces trous, lors de la fabrication des pièces en composite, dépend de plusieurs facteurs parmi lesquels se trouvent la distance entre les trous et le diamètre des trous ou le périmètre total des parois des trous par unité de surface de la pièce en matériau composite.

Dans le cas d'un disque de frein d'avion, un ordre de grandeur non limitatif de l'invention situe le diamètre des trous de 0,5 à 5 mm et leur distance de 3 à 30 mm pour être efficace.

Ces trous peuvent être répartis de façon aléatoire ou non. Pour ce qui est du frottement, les trous peuvent avoir une répartition quelconque lorsqu'ils sont bouchés en fin de densification du disque de frein. Inversement, lorsque les trous sont non obstrués, l'usure minimale des disques de frein est obtenue lorsque les trous sont disposés sur des cercles concentriques centrés sur l'axe de révolution du disque, afin de conserver au disque de frein une proportion suffisante de surface pouvant frotter circonférentiellement, sans discontinuité.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront mieux de la description qui va suivre, donnée à titre illustratif et non limitatif, en référence aux figures annexées, dans lesquelles :

- les figures 1, 3 et 4 sont des diagrammes illustrant des modes de réalisation du procédé de fabrication d'une pièce en matériau composite, conformément à l'invention, et
- la figure 2 représente schématiquement, en perspective, un disque de frein obtenu par le procédé conforme à l'invention.

EXEMPLE 1

En référence à la figure 1, on va décrire le mode préféré de réalisation d'un disque de frein conforme à l'invention.

La première étape du procédé, comme représenté par le bloc 20, consiste à former un substrat fibreux poreux en carbone, en disposant des fibres de carbone nues (non imprégnées ou non densifiées) selon n directions d'un même plan, de façon connue. La forme du substrat est en particulier celle d'un disque de frein.

La seconde étape du procédé, schématisée par le bloc 22, consiste à former des trous dans le substrat fibreux, de 0,5 à 5 mm de diamètre, par enfouissement d'aiguilles métalliques

parfaitement lisses et effilées afin de déplacer les fibres sans les détruire. La densité des trous est de 1 par cm^2 .

Comme schématisé par le bloc 23, l'étape suivante du procédé consiste à déposer dans le substrat poreux du carbone
5 pyrolytique, par dépôt chimique en phase vapeur (CVD) en utilisant du méthane. La décomposition chimique est réalisée dans un four, maintenu au voisinage de 1000°C , pendant 150 heures environ, le gaz étant mis en circulation sous une pression de 500 à 3000 Pa.

10 Avec cette unique étape de densification, on obtient une densité de 1,8, pour un disque de frein de 20 mm d'épaisseur.

La densification selon l'art antérieur par CVD nécessite 600 heures pour un disque de frein de mêmes dimensions.

Un usinage du substrat densifié permet de lui donner sa
15 forme finale.

Ce procédé permet d'obtenir un disque de frein tel que représenté sur la figure 2, constitué d'une structure mécanique
32 en carbone-carbone pourvue de trous 34 non obturés dont les axes sont orientés parallèlement à l'axe de révolution 36 du
20 disque, et donc perpendiculairement aux surfaces 32a et 32b du disque ayant la plus grande surface. Ces trous 34 débouchent de chaque côté 32a et 32b du disque.

En outre, ils sont disposés sur des cercles concentriques 38, centrés sur l'axe de révolution 36.

25 EXEMPLE 2

Dans cet exemple 2, les étapes identiques en tout point à celles de l'exemple 1 sont représentées sur la figure 3 par un bloc ayant les mêmes références.

Cet exemple 2 permet de montrer l'efficacité du procédé
30 selon l'invention. En effet, il est possible d'utiliser une densification par imprégnation liquide du substrat poreux, avant la densification en phase vapeur, avec un rendement très supérieur à celui obtenu classiquement avec un substrat non perforé.

35 A cet effet, on immerge le substrat fibreux muni de ses

trous, de l'exemple 1, dans un hydrocarbure liquide tel qu'un brai de houille, comme indiqué par le bloc 24 de la figure 3. On laisse alors s'égoutter le substrat à l'air libre, comme l'indique le bloc 26 afin de ne pas obturer les trous (34 figure 5 2) lors de l'étape suivante de carbonisation.

Cette étape consiste à placer le substrat imprégné dans un four porté à 700°C environ afin de transformer l'hydrocarbure liquide présent dans les trous et dans les porosités du substrat en carbone ou graphite pyrolytique. Cette étape est schématisée par le bloc 28.

Dans cet exemple de mise en oeuvre, les trous du disque de frein ne sont que partiellement obturés.

EXEMPLE 3

Sur la figure 4, on a représenté un mode de réalisation du procédé de l'invention permettant d'obtenir des pièces en carbone-carbone dont les trous selon l'invention sont obturés en fin de densification.

Les étapes de ce mode de réalisation, identiques en tout point à celles décrites précédemment telles que la fabrication du substrat fibreux, la formation des trous, la première densification par CVD, l'immersion dans un hydrocarbure liquide et la carbonisation sont représentés par un bloc ayant les mêmes références.

Ce mode de mise en oeuvre se distingue donc de celui de l'exemple 2 par la réalisation d'une seconde étape de densification, schématisée en 30, par dépôt chimique en phase vapeur de carbone ou graphite pyrolytique juste après la carbonisation 28 de l'hydrocarbure liquide. Cette densification finale est réalisée par craquage de méthane dans un four porté à 1000°C, pendant 10 à 20 heures.

En outre, l'étape d'égouttage entre l'immersion 24 dans l'hydrocarbure liquide et la carbonisation 28 est supprimée, ce qui contribue à l'obturation des trous.

La description donnée précédemment n'a été donnée qu'à titre illustratif, toute modification, sans pour autant sortir du

cadre de l'invention pouvant être envisagée. Par exemple, il est possible de faire précéder la première densification 23 par CVD de l'exemple 3 d'une immersion dans un hydrocarbure liquide, suivie d'un égouttage et d'une carbonisation telles que décrites dans l'exemple 2.

5

REVENDEICATIONS

1. Procédé de fabrication d'une pièce en matériau composite formé de fibres de renforcement en carbone, noyées dans une matrice en carbone, caractérisé en ce qu'il consiste à :

5 (a) former (20) un substrat poreux constitué exclusivement de fibres carbonées,

(b) former (22) dans le substrat poreux des trous débouchants (34) dont les axes sont perpendiculaires à la paroi (32a, 32b) du substrat ayant la plus grande surface, puis

10 (c) densifier (23) le substrat poreux par décomposition thermique d'un courant de gaz d'hydrocarbure afin de former la matrice de carbone (32) par dépôt de carbone ou graphite pyrolytique dans les pores du substrat, les trous pratiqués dans le substrat et qui persistent servant à diminuer les parcours du gaz dans le substrat.

15 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les trous (34) sont formés par écartement des fibres du substrat.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le substrat étant obtenu par tissage, les trous (34) sont formés lors du tissage.

20 4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'on effectue entre les étapes (a) et (b), l'immersion (24) du substrat poreux dans un bain liquide carboné, suivie d'un égouttage (26) puis d'une carbonisation (28) de l'ensemble n'obturant pas les trous (34).

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comprend essentiellement les étapes suivantes :

30 (a) formation (20) du substrat poreux,
(b) formation des trous (34) dans ledit substrat,
(c) densification du substrat poreux muni des trous (34), par décomposition thermique d'hydrocarbure, puis
(d) obturation (24, 28, 30) partielle ou totale des

trous (34) subsistant éventuellement dans le substrat densifié.

5 6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'étape (d) consiste à former, par décomposition thermique d'hydrocarbure, une croûte de carbone ou graphite pyrolytique sur les parois des trous afin de les obturer partiellement ou totalement.

10 7. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'étape (d) consiste à immerger (24) le substrat densifié dans un bain liquide carboné, puis à carboniser (28) l'ensemble et éventuellement à effectuer une densification ultime (30) par décomposition thermique d'un courant de gaz d'hydrocarbure.

15 8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que l'on effectue l'obturation des trous (34) subsistant éventuellement par au moins un matériau choisi parmi les métaux et les mélanges céramique-métal et les matériaux anti-oxydants pour le carbone.

20 9. Pièce en matériau composite obtenue par le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que les trous (34) présentent des parois lisses et régulières.

10. Pièce en matériau composite obtenue par le procédé selon une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que les trous (34) présentent des parois pelucheuses rendant les trous peu visibles à l'oeil nu mais visibles en radiographie X ou micrographie optique.

25 11. Disque de frein comportant un axe de révolution (36), caractérisé en ce qu'il est formé d'une pièce en matériau composite selon la revendication 9 ou 10.

30 12. Disque de frein selon la revendication 11, caractérisé en ce que les axes des trous (34) sont parallèles audit axe de révolution (36).

13. Disque de frein selon la revendication 11 ou 12, caractérisé en ce que les trous (34) sont disposés sur des cercles concentriques (38) centrés sur ledit axe de révolution (36).

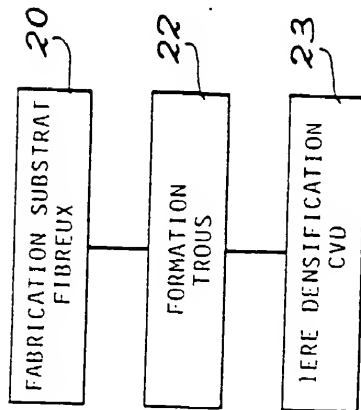


FIG. 1

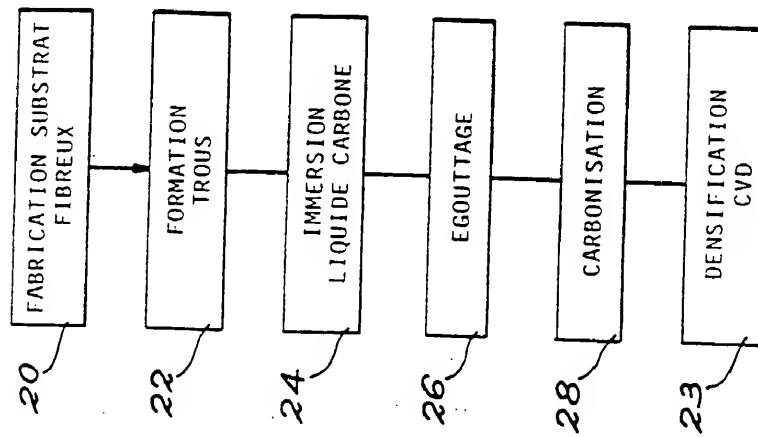


FIG. 3

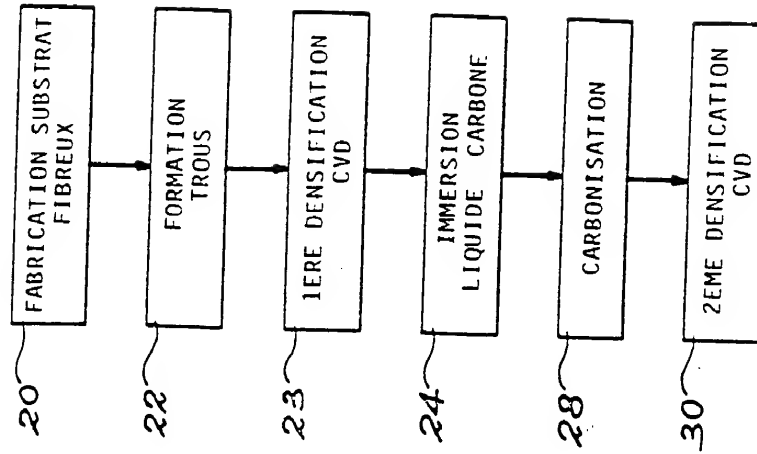


FIG. 4

2/2

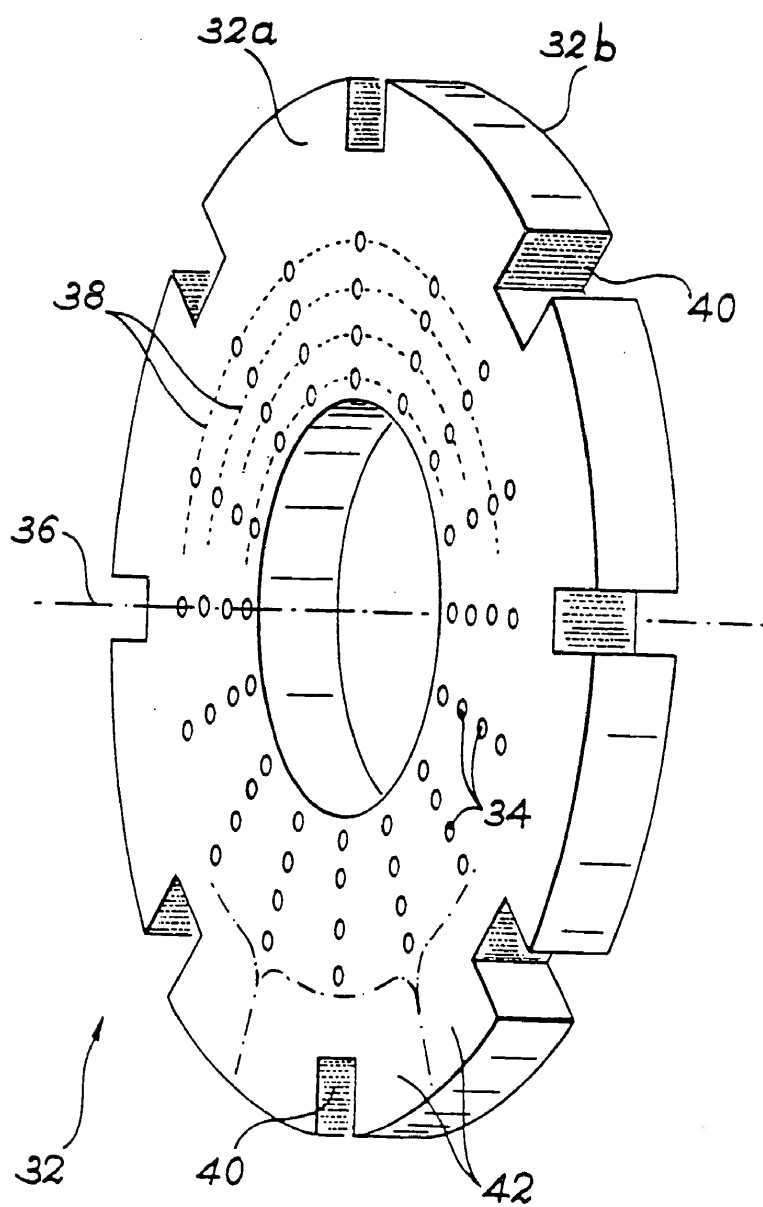


FIG. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/FR 88/00317

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (If several classification symbols apply, indicate all) *

According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC

Int.Cl⁴ C 04 B 35/52; F 16 D 69/02

II. FIELDS SEARCHED

Minimum Documentation Searched ⁷

Classification System

Classification Symbols

Int.Cl⁴ C 04 B; F 16 D

Documentation Searched other than Minimum Documentation
to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched *

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT¹

Category ² Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹² Relevant to Claim No. ¹³

- | | | |
|---|---|----------|
| Y | FR, A, 2144329 (THE GOODYEAR TIRE & RUBBER CO.) 9 February 1973, see claims 1,2,4, 6-8,9,11; page 1, lines 18-38; page 4, lines 4-9; figure 3 | 1-7,9-13 |
| Y | GB, A, 2028230 (COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE) 5 March 1980, see claims 1-3, 7-14; page 1, lines 46-51; page 2, lines 5-12; page 2, lines 52-58 | 1-7,9-13 |
| A | GB, A, 1549687 (DUNLOP LTD) 1 August 1979, see claims 1-6; page 1, lines 13-42; page 1, lines 70-93; page 2, lines 5-15 | 1-13 |
| A | FR, A, 2065134 (MONSANTO CO.) 23 July 1971, see claims 1,2,4,5; page 3, lines 4-14; page 6, lines 3-23 | 1-13 |
| A | US, A, 4318955 (V.V. KULAKOV et al.) 9 March 1982, see claims 1,5; column 1, lines 40-43; column 2, lines 3-16 | 1-13 |

* Social categories of cited documents: ¹⁰

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other social reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step

"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

IV. CERTIFICATION

Date of the Actual Completion of the International Search

23 September 1988 (23.09.88)

Date of Mailing of this International Search Report

14 October 1988 (14.10.88)

International Searching Authority

European Patent Office

Signature of Authorized Officer

III. DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS

(SUITE DES RENSEIGNEMENTS INDICQUÉS SUR LA DEUXIÈME FEUILLE)

Catégorie	Identification des documents cités, avec indication, si nécessaire, des passages pertinents	N° des revendications visées
-----------	---	------------------------------

A	US, A, 4318955 (V.V. KULAKOV et al.) 9 mars 1982, voir revendications 1,5; colonne 1, lignes 40-43; colonne 2, lignes 3-16	1-13
---	---	------

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE RELATIF A LA DEMANDE INTERNATIONALE NO.

FR 8800317
SA 23010

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche international visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 06/10/88
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR-A- 2144329	09-02-73	NL-A- 7209053	03-01-73
		LU-A- 65605	25-10-72
		DE-A- 2228826	18-01-73
		US-A- 3734797	22-05-73
		GB-A- 1375225	27-11-74
		CA-A- 979191	09-12-75
		BE-A- 785457	16-10-72
		SE-B- 374184	24-02-75
GB-A- 2028230	05-03-80	FR-A, B 2433003	07-03-80
		DE-A- 2932201	21-02-80
		JP-A- 55117628	10-09-80
		US-A- 4257835	24-03-81
		CA-A- 1121582	13-04-82
GB-A- 1549687	08-08-79	Aucun	
FR-A- 2065134	23-07-71	US-A- 3639197	01-02-72
		DE-A- 2049292	09-03-72
		GB-A- 1311537	28-03-73
		BE-A- 757208	07-04-71
		DE-A- 2065818	13-05-76
		CA-A- 1012016	14-06-77
		CA-A- 1086156	23-09-80
US-A- 4318955	09-03-82	Aucun	

EPO FORM P0012

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.

FR 8800317
SA 23010

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report.
The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 06/10/88
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR-A- 2144329	09-02-73	NL-A- 7209053	03-01-73
		LU-A- 65605	25-10-72
		DE-A- 2228826	18-01-73
		US-A- 3734797	22-05-73
		GB-A- 1375225	27-11-74
		CA-A- 979191	09-12-75
		BE-A- 785457	16-10-72
		SE-B- 374184	24-02-75
GB-A- 2028230	05-03-80	FR-A, B 2433003	07-03-80
		DE-A- 2932201	21-02-80
		JP-A- 55117628	10-09-80
		US-A- 4257835	24-03-81
		CA-A- 1121582	13-04-82
GB-A- 1549687	08-08-79	Aucun	
FR-A- 2065134	23-07-71	US-A- 3639197	01-02-72
		DE-A- 2049292	09-03-72
		GB-A- 1311537	28-03-73
		BE-A- 757208	07-04-71
		DE-A- 2065818	13-05-76
		CA-A- 1012016	14-06-77
		CA-A- 1086156	23-09-80
US-A- 4318955	09-03-82	Aucun	

RM 10179

For more details about this annex : see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/82

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale N° PCT/FR 88/00317

I. CLASSEMENT DE L'INVENTION (si plusieurs symboles de classification sont applicables, les indiquer tous):
Selon la classification internationale des brevets (CIB) du à la fois selon la classification nationale et la CIB

CIB⁴: C 04 B 35/52; F 16 D 69/02

II. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée⁴

Système de classification

Symboles de classification

CIB⁴

C 04 B; F 16 D

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où de tels documents font partie des domaines sur lesquels la recherche a porté⁴

III. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS¹⁰

Catégorie [*]	Identification des documents cités, ¹¹ avec indication, si nécessaire, des passages pertinents ¹²	N° des revendications visées ¹³
Y	FR, A, 2144329 (THE GOODYEAR TIRE & RUBBER CO.) 9 février 1973, voir revendications 1,2,4,6-8,9,11; page 1, lignes 18-38; page 4, lignes 4-9; figure 3	1-7,9-13
Y	GB, A, 2028230 (COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE) 5 mars 1980, voir revendications 1-3,7-14; page 1, lignes 46-51; page 2, lignes 5-12; page 2, lignes 52-58	1-7,9-13
A	GB, A, 1549687 (DUNLOP LTD) 1er août 1979, voir revendications 1-6; page 1, lignes 13-42; page 1, lignes 70-93; page 2, lignes 5-15	1-13
A	FR, A, 2065134 (MONSANTO CO.) 23 juillet 1971, voir revendications 1,2,4,5; page 3, lignes 4-14; page 6, lignes 3-23	1-13

* Catégories sociales de documents cités: ¹¹

« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

« E » document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

« L » document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cite pour déterminer le état de publication d'une autre citation ou pour une raison sociale (telle qu'indiquée)

« O » document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

« P » document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

« T » document ultérieur publié postérieurement à la date de dépôt international ou à la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre la doctrine ou la théorie constituant la base de l'invention

« X » document particulièrement pertinent: l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive

« Y » document particulièrement pertinent: l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque la document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier.

« 4 » document qui fait partie de la même famille de brevets

IV. CERTIFICATION

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

23 septembre 1988

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

14 OCT 1988

Administration chargée de la recherche internationale

OFFICE EUROPEEN DES BREVETS

Signature du fonctionnaire autorisé

P.C.G. VAN DER PUTTEN